



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

(21)(22) Заявка: 2015130848/28, 27.07.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.07.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.07.2015

(45) Опубликовано: 10.09.2016 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2335747 C1 10.10.2008. RU 2269105 C2 27.01.2006. RU 52178 U1 10.03.2006. SU 412513 A1 25.01.1974.

Адрес для переписки:

141191, Московская обл., г. Фрязино, ул.
Горького, 2, кв.193, Кочетову О.С.

(72) Автор(ы):

Кочетов Олег Савельевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

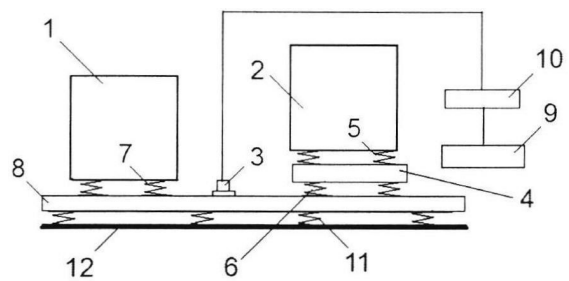
Кочетов Олег Савельевич (RU)

(54) СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОУДАРНЫХ НАГРУЗОК В СИСТЕМАХ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к испытательному оборудованию и может быть использовано для исследования систем виброизоляции. Способ заключается в том, что на основании располагают дополнительные плиты с закрепленными на них виброизолируемыми объектами, а также регистрирующую аппаратуру, при этом на основании устанавливают исследуемый объект, например аппаратуру летательных аппаратов, в виде двух одинаковых бортовых компрессоров для получения сжатого воздуха. При этом один из компрессоров устанавливают на штатных резиновых виброизоляторах, а другой компрессор устанавливают на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы и упругодемпфирующую промежуточную плиту с виброизоляторами, например, в виде пластин из полиуретана, которые так же как и штатные резиновые виброизоляторы компрессора устанавливают на жесткой переборке, которая

через вибродемпфирующую прокладку установлена на основании. На жесткой переборке, между компрессорами, закрепляют вибродатчик, сигнал с которого направляют на усилитель и регистрирующую аппаратуру, например октавный спектрометр, работающий в полосе частот (Гц): 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, а затем сравнивают полученные амплитудно-частотные характеристики от работы каждого из компрессоров и делают выводы об эффективности виброизоляции каждой системы, на которой они установлены. Технический результат заключается в расширении технологических возможностей испытаний объектов, имеющих несколько упругих связей с корпусными деталями летательного объекта. 1 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг.2

RU 2 5 9 6 2 3 7 C 1

RU 2 5 9 6 2 3 7 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

G01M 7/08 (2006.01)*G01N* 3/313 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.

(21)(22) Application: **2015130848/28, 27.07.2015**(24) Effective date for property rights:
27.07.2015

Priority:

(22) Date of filing: **27.07.2015**(45) Date of publication: **10.09.2016** Bull. № 25

Mail address:

**141191, Moskovskaja obl., g. Frjazino, ul. Gorkogo,
2, kv.193, Kochetovu O.S.**

(72) Inventor(s):

Kochetov Oleg Savelevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Kochetov Oleg Savelevich (RU)(54) **METHOD OF ANALYZING VIBRO-IMPACT LOADS IN VIBRATION INSULATION SYSTEMS**

(57) Abstract:

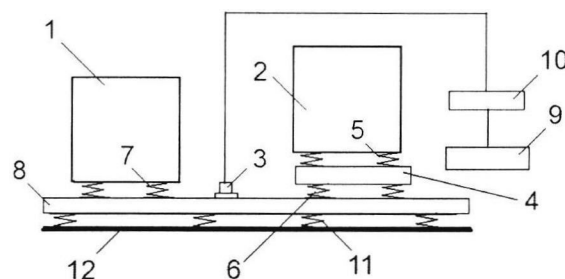
FIELD: test equipment.

SUBSTANCE: invention relates to test equipment and can be used for investigation of vibration isolation systems. Method involves arranging on a base additional plates with vibro-isolated objects, as well as a recording equipment, herewith on the base the analyzed object is installed, for example, an aircraft equipment, in the form of two identical onboard compressors to produce compressed air. Herewith one of the compressors is installed on standard rubber vibration absorbers, and the other compressor is installed on the investigated dual-mass vibration isolation system including rubber vibration absorbers and a resiliently damping intermediate plate with vibration absorbers, for example, in the form of plates from polyurethane, which like the standard rubber vibration absorbers of the compressor are installed on a rigid bulkhead, which via a vibro-damping gasket is installed on the base. Onto the rigid bulkhead, between the compressors, a vibration sensor is fixed, a signal from which is directed to an amplifier and the recording equipment, for example an octave

spectrometer operating within the frequency band (Hz): 2; 4; 8; 16; 31.5; 63; 125; 250; 500; 1,000; 2,000; 4,000; 8,000 Hz, and then the obtained amplitude-frequency characteristics of operation of each of the compressors are compared and conclusions on vibration isolation efficiency of each system, where they are installed, are made.

EFFECT: technical result is expansion of technological capabilities of testing objects having several flexible links with the aircraft structural parts.

1 cl, 5 dwg



Фиг.2

Изобретение относится к испытательному оборудованию.

Наиболее близким техническим решением по технической сущности и достигаемому результату является вибростенд по патенту РФ №2335747, G01M 7/08, G01N 3/313, содержащий основания, защищаемый объект, измерительную аппаратуру и генераторы
5 вибрационных и ударных воздействий (прототип).

Недостатком прототипа является сравнительно невысокие возможности и точность для исследования систем, имеющих несколько упругих связей с корпусными деталями летательного объекта.

Технически достижимый результат - расширение технологических возможностей
10 испытаний объектов, имеющих несколько упругих связей с корпусными деталями летательного объекта.

Это достигается тем, что в способе исследования виброударных нагрузок в системах виброизоляции, заключающемся в том, что на основании располагают дополнительные
15 плиты с закрепленными на них виброизолируемыми объектами, а также

регистрирующую аппаратуру, при этом на основании устанавливают исследуемый объект, например аппаратуру летательных аппаратов, в виде двух одинаковых бортовых компрессоров для получения сжатого воздуха, при этом один из компрессоров
20 устанавливают на штатных резиновых виброизоляторах, а другой компрессор устанавливают на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы и упругодемпфирующую промежуточную плиту с виброизоляторами, например в виде пластин из полиуретана, которые так же как и штатные резиновые виброизоляторы компрессора устанавливают на жесткой переборке, которая через вибродемпфирующую прокладку установлена на основании, а на жесткой переборке, между компрессорами, закрепляют вибродатчик, сигнал с которого
25 направляют на усилитель и регистрирующую аппаратуру, например октавный спектрометр, работающий в полосе частот (Гц): 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, а затем сравнивают полученные амплитудно-частотные характеристики от работы каждого из компрессоров, и делают выводы об эффективности виброизоляции каждой системы, на которой они установлены.

На фиг. 1 представлен общий вид устройства (вибростенда) для реализации способа, на фиг. 2 - его принципиальная схема, на фиг. 3 - математическая модель системы «исследуемый объект на двухмассовой системе виброизоляции», на фиг. 4 - характеристики логарифмического декремента затухания свободных колебаний двухмассовой системы виброизоляции в зависимости от входного ударного импульса,
35 на фиг. 5 - схема диагностического ударного устройства.

Устройство для исследования виброударных нагрузок в системах виброизоляции (фиг. 1) состоит из основания 12, на котором установлена аппаратура летательных аппаратов, например два одинаковых бортовых компрессора 1 и 2 для получения сжатого воздуха на борту летательного аппарата. При этом один компрессор 1 (фиг.
40 2) установлен на штатных резиновых виброизоляторах 7, а другой компрессор 2 установлен на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы 5 и упругодемпфирующую промежуточную плиту 4 с виброизоляторами 6, например в виде пластин из полиуретана, которые так же как и штатные резиновые виброизоляторы 7 компрессора 1 установлены на жесткой переборке 8, которая через вибродемпфирующую прокладку 11 установлена на основании 12. На фиг. 3 показана математическая модель двухмассовой системы «компрессор 2 на промежуточной плите 4 с виброизоляторами 5 и 6»,

где c_1 и m_1 - соответственно жесткость упругих элементов плиты 4 и ее масса,

где c_2 и m_2 - соответственно жесткость виброизоляторов 5 и масса компрессора 2, h_1 - абсолютная величина вязкого демпфирования в системе, которая связана с логарифмическим коэффициентом затухания δ_1 колебательной системы следующей зависимостью (1):

$$\delta_1 = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{m_1 c_1}{h_1^2} - \frac{1}{4}}}; \quad (1)$$

На жесткой переборке 8, между компрессорами 1 и 2, закреплен вибродатчик 3, сигнал с которого поступает на усилитель 10 и, затем на регистрирующую колебания, аппаратуру 9, например октавный спектрометр, работающий в полосе частот (Гц): 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Стенд для исследования ударных нагрузок систем виброизоляции работает следующим образом.

Сначала включают компрессор 1, который установлен на штатных резиновых виброизоляторах 7, и снимают амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) с помощью датчика 3, усилителя 10 и спектрометра 9. Затем выключают компрессор 1, и включают компрессор 2, который установлен на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы 5 и упругодемпфирующую промежуточную плиту 4 с виброизоляторами 6, и также снимают амплитудно-частотные характеристики с помощью датчика 3, усилителя 10 и спектрометра 9. После чего сравнивают полученные АЧХ от работы каждого из компрессоров 1 и 2 и делают выводы об эффективности виброизоляции каждой системы, на которой они установлены. Для того чтобы определить собственные частоты каждой из исследуемых систем виброизоляции, производят имитацию ударных импульсных нагрузок на каждую из систем и записывают осциллограммы свободных колебаний (на чертеже не показано), при расшифровке которых судят о собственных частотах систем (см. фиг. 4 и формула (1)).

Диагностическое ударное устройство (фиг. 5) содержит быстросменный ударный элемент 13, расположенный соосно корпусу 15 и выполненный из эластомера, который посредством втулки 30 крепится к мембранному передающему элементу 14, закрепленному на цилиндрическом корпусе 15 посредством фланца 28, расположенному перпендикулярно оси корпуса 15, с помощью винтов 29. Внутри корпуса 15 и соосно ему расположен мембранный передающий элемент 14, который имеет цилиндрикоконическую часть, установленную в корпусе с тороидальным зазором 27 в нижней части, имеющим лепестковую форму в сечении торообразующей поверхности. Мембранный передающий элемент 14 соединен резьбовой частью 26 шпильки 25, расположенной по оси корпуса, с основной массой 17 ударного устройства, контактирующей с пьезоэлектрическим динамометром 16, помещенным в диэлектрическую защитную оболочку 34. Напряжение, возникающее при ударном или случайном воздействии, отводится от пьезоэлектрического динамометра 16 через контактный элемент 33, закрепленный в корпусе 15, и связанный проводом 36 с контактным элементом 31, закрепленным в полый цилиндрической рукоятке 21 ударного устройства, при этом провод 36 закреплен в хомуте 32, жестко связанным с внешней поверхностью рукоятки 21, ось которой расположена перпендикулярно оси корпуса 15 и которая посредством резьбовой части 22 жестко фиксируется в резьбовом отверстии 23 основной массы 17. Над основной массой 17 расположена дополнительная масса 18

ударного устройства, выполненная в виде цилиндра, и в которой выполнено осесимметричное резьбовое отверстие 19, в которое входит резьбовая часть выступа 20, составляющая одно целое с основной массой 17, которая, в свою очередь, посредством винтов 24 крепится к корпусу 15, а в торцевую поверхность резьбовой части выступа 20 упирается головка шпильки 25, связывающей основную массу 17 ударного устройства с мембранным передающим элементом 14 через пьезоэлектрический динамометр 16, в котором выполнено центральное осесимметричное отверстие 35, через которое проходит гладкая цилиндрическая часть шпильки 25.

Диагностическое ударное устройство работает следующим образом.

При ударе об испытательную поверхность исследуемого объекта (на чертеже не показан) посредством быстросменного ударного элемента 13 имитируется импульсное или случайное возбуждение. Подаваемое на исследуемый объект усилие измеряется с помощью пьезоэлектрического динамометра 16. Дополнительной массой 6 и материалом ударной части 13 можно менять продолжительность импульса, а значит, и частотный диапазон спектра возбуждения. Напряжение, возникающее при ударном или случайном воздействиях, отводится от пьезоэлектрического динамометра 16 через контактный элемент 33, закрепленный в корпусе 15, и связанный проводом 36 с контактным элементом 31, закрепленным в полый цилиндрической рукоятке 21 ударного устройства. Сигналы от пьезоэлектрического динамометра 16 передаются в блок обработки данных (на чертеже не показан), в котором частотные характеристики получают с помощью спектрального анализа сложных сигналов, основу которого составляет быстрое преобразование Фурье, например с помощью двухканального анализатора (на чертеже не показан), выполняющего быстрое преобразование Фурье, и измеряющего сигналы возбуждения от ударного устройства, и реакции их на испытательной поверхности 37 исследуемого объекта, затем определяют частотные характеристики на основе этих измерений.

Формула изобретения

1. Способ исследования виброударных нагрузок в системах виброизоляции, заключающийся в том, что на основании располагают дополнительные плиты с закрепленными на них виброизолируемыми объектами, а также регистрирующую аппаратуру, отличающийся тем, что на основании устанавливают исследуемый объект, например аппаратуру летательных аппаратов, в виде двух одинаковых бортовых компрессоров для получения сжатого воздуха, при этом один из компрессоров устанавливают на штатных резиновых виброизоляторах, а другой компрессор устанавливают на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы и упругодемпфирующую промежуточную плиту с виброизоляторами, например в виде пластин из полиуретана, которые так же как и штатные резиновые виброизоляторы компрессора устанавливают на жесткой переборке, которая через вибродемпфирующую прокладку установлена на основании, а на жесткой переборке, между компрессорами, закрепляют вибродатчик, сигнал с которого направляют на усилитель и регистрирующую аппаратуру, например октавный спектрометр, работающий в полосе частот (Гц): 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, а затем сравнивают полученные амплитудно-частотные характеристики от работы каждого из компрессоров и делают выводы об эффективности виброизоляции каждой системы, на которой они установлены, а затем определяют собственные частоты каждой из исследуемых систем виброизоляции, при этом производят имитацию ударных импульсных нагрузок на каждую из систем

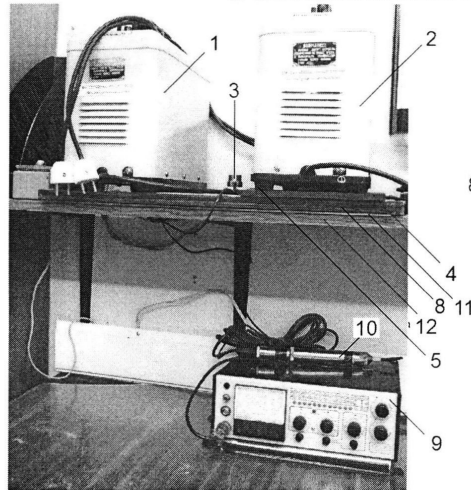
виброизоляции с помощью диагностического ударного устройства, которое содержит корпус, пьезоэлектрический динамометр и ударный элемент, причем ударный элемент выполняют быстросменным, располагают соосно корпусу, выполняют из эластомера и посредством втулки крепят к мембранному передающему элементу, закрепленному на цилиндрическом корпусе посредством фланца, расположенного перпендикулярно оси корпуса, с помощью винтов, а внутри корпуса, и соосно ему, располагают мембранный передающий элемент, который имеет цилиндроконическую часть, установленную в корпусе с тороидальным зазором в нижней части, имеющим лепестковую форму в сечении торообразующей поверхности, при этом мембранный передающий элемент соединен резьбовой частью шпильки, расположенной по оси корпуса, с основной массой ударного устройства, контактирующей с пьезоэлектрическим динамометром, помещенным в диэлектрическую защитную оболочку, при этом напряжение, возникающее при ударном или случайном воздействии, отводят от пьезоэлектрического динамометра через контактный элемент, закрепленный в корпусе и связанный проводом с контактным элементом, закрепленным в полый цилиндрической рукоятке ударного устройства, при этом провод закрепляют в хомуте, жестко связанным с внешней поверхностью рукоятки, ось которой расположена перпендикулярно оси корпуса и которую посредством резьбовой части жестко фиксируют в резьбовом отверстии основной массы, над которой располагают дополнительную массу ударного устройства, выполненную в виде цилиндра, и в которой выполняют осесимметричное резьбовое отверстие, в которое входит резьбовая часть выступа, составляющая одно целое с основной массой, которая, в свою очередь, посредством винтов крепится к корпусу, а в торцевую поверхность резьбовой части выступа упирают головку шпильки, связывающей основную массу ударного устройства с мембранным передающим элементом через пьезоэлектрический динамометр, в котором выполняют центральное осесимметричное отверстие, через которое проходит гладкая цилиндрическая часть шпильки.

2. Способ исследования виброударных нагрузок в системах виброизоляции по п. 1, отличающийся тем, что логарифмический коэффициент затухания δ_1 колебательной системы определяют по следующей зависимости (1):

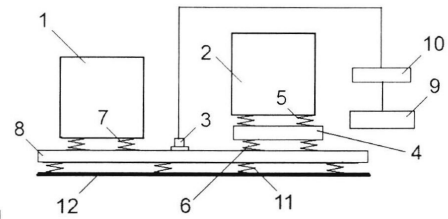
$$\delta_1 = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{m_1 c_1}{h_1^2} - \frac{1}{4}}}; \quad (1)$$

где c_1 и m_1 - соответственно жесткость упругих элементов плиты и ее масса, h_1 - абсолютная величина вязкого демпфирования в системе виброизоляции.

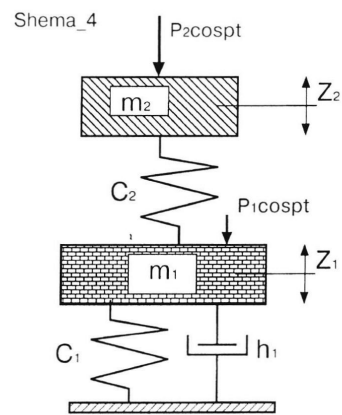
СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОУДАРНЫХ НАГРУЗОК
В СИСТЕМАХ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ



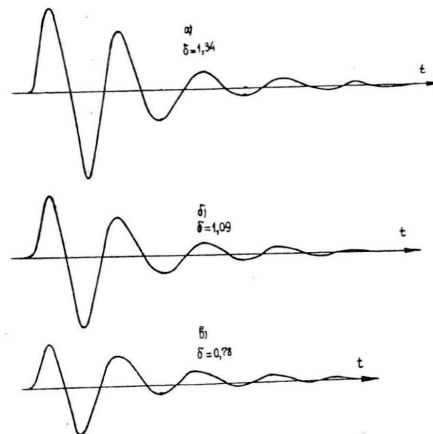
Фиг.1



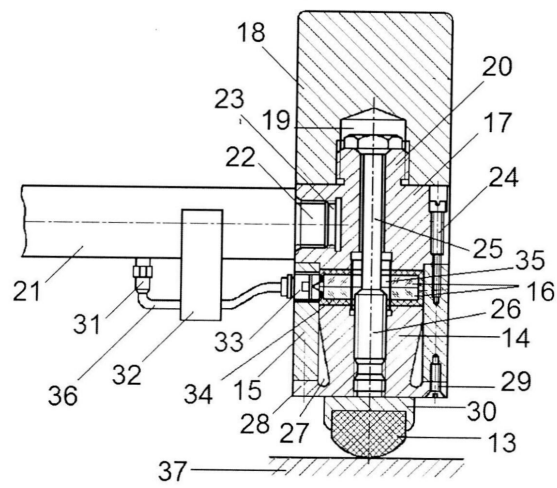
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5